

• 护理教育 •
• 论 著 •

沉浸式虚拟现实创伤急救护理培训系统的开发及应用

谢拉¹,程晶²,刘湘萍¹,吴洁¹,周婷¹,李哲英¹,肖亚茹¹,吴慧¹,郑瑾¹

摘要:**目的** 开发沉浸式虚拟现实创伤急救护理培训系统并观察其应用效果。**方法** 开发的沉浸式虚拟现实创伤急救护理培训系统包括教师端、管理端、学员端,将其运用于创伤急救配合规范化培训,通过考核和访谈评价其培训效果和学员感受。**结果** 共培训 44 名学员,培训后,急诊护士创伤后救治中的初步评估、全面评估、患者转运、诊断讨论成绩显著优于传统培训方式(均 $P < 0.05$);对其中 8 名学员访谈结果显示,该系统形式新颖、能加深对专业的理解;节约资源、增加练习机会,使创伤急救护理培训更高效;可体验多角色,利于团队配合的练习。**结论** 沉浸式虚拟现实创伤急救护理培训系统可提高急诊护士的创伤培训效果。**关键词:** 急诊护士; 创伤; 创伤护理; 沉浸式虚拟现实; 创伤急救; 案例教学; 团队合作; 临床培训
中图分类号: R472.2;G431 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.08.085

Development and application of VR emergency trauma nursing training system Xie La, Cheng Jing, Liu Xiangping, Wu Jie, Zhou Ting, Li Zheyang, Xiao Yaru, Wu Hui, Zheng Jin. Emergency Department of Tongji Hospital Affiliated to Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Abstract: **Objective** To develop an immersive VR emergency trauma nursing training system, and to observe its preliminary application effect. **Methods** The immersive VR emergency trauma nursing training system consisted of teacher terminal, management terminal and student terminal. Then it was applied in standardized training of trauma first aid cooperation. The training effect and the feelings of the trainees were evaluated through examination and interviews. **Results** Totally, 44 trainees participated in the training. After training, the trainees had significantly higher scores in such post-traumatic care contents as preliminary assessment, comprehensive assessment, patient transfer and diagnosis discussion, than those subjected to traditional training method (all $P < 0.05$). Results of interviews with 8 trainees showed that, the system was novel, could deepen trainees' understanding of the profession; it saved resources and increased practice opportunities to make emergency trauma nursing training more efficient; it could help nurses experience multiple roles, which was conducive to team cooperation. **Conclusion** The immersive VR emergency trauma nursing training system can improve trauma training effect of emergency nurses.
Key words: emergency nurse; trauma; trauma care; immersive VR; trauma emergency care; case based teaching; team cooperation; clinical training

全球范围内,创伤已经成为威胁人类健康的第 4 大因素,且是 44 岁以下青壮年的首位死亡原因^[1-2]。国家卫生健康委员会 2018 年发布《关于进一步提升创伤救治能力的通知》^[3],明确要求加强建设以创伤中心为核心的区域性创伤救治体系,进一步提升创伤救治能力,加强创伤专业人员的培训。由于创伤救治有严格的时间依赖性,“黄金一小时”内创伤团队的早期干预可降低 50% 的病死率^[4]。创伤救治是以团队配合和分工为基础的,熟练、默契的团队配合能缩短创伤患者救治时间,提升救治效

率。护理人员作为创伤团队的重要组成部分,在创伤救治中发挥重要作用^[5]。目前,全球范围内广泛认可的培训项目是高级创伤生命支持(Advanced Trauma Life Support System, ATLS),但其着重于单项技能的学习和考核^[6]。中国创伤救治培训护理版(China Trauma Care Training-Nurse, CTCT-N)^[7]虽涉及了创伤团队配合教学,但培训方式仍是以视频学习、练习和考核为主,无法还原临床实践中创伤患者救治场景。虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术用户可通过计算机终端进入虚拟世界,将自己真实动作、行为等表达为虚拟世界中对物体的控制。目前,该技术已广泛应用于护理技能教学和护理康复培训^[8-9]。研究表明,将沉浸式 VR 技术运用在护理人员培训中,能显著提高学员的操作技能和满意度^[8]。为提高创伤护士的临床救治及创伤急救配合能力,本项目组开发沉浸式 VR 创伤急救护理培训系统并在临床试运行,报告如下。

作者单位:华中科技大学同济医学院附属同济医院 1. 急诊科
2. 门诊办公室(湖北 武汉, 430030)
谢拉:女,硕士,主管护师,xiela0504@163.com
通信作者:程晶,chengjingtj@163.com
科研项目:华中科技大学同济医学院护理学院 2022 年度自主创新研究项目(ZZCX2022019)
收稿:2023-11-23;修回:2024-01-25

1 资料与方法

1.1 一般资料 采用便利抽样法选取我院急诊外科护士为研究对象。纳入标准:取得护士执业资格证书;研究期间在临床护理岗位,工作时间 ≥ 1 年。排除标准:病产假、辅助或管理岗位人员。共纳入 44 人。女 39 人,男 5 人;年龄 24~48(33.30 ± 7.22)岁,工作年限 1~26(10.70 ± 7.57)年;护士 10 人,护师 19 人,主管护师及副主任护师 15 人。本研究采用自身对照,系统开发前(2023 年 1—3 月)后(2023 年 7—9 月)采用相同案例培训。

1.2 培训方法

系统开发前实施常规培训方法,即采用视频学习+现场指导的创伤急救配合规范化培训,培训前下发案例和学习任务,培训过程中播放创伤急救配合流程视频,学员观看视频讲解后结合案例根据分组在人体模型上进行操作,教师负责全程指导、答疑与点评。系统开发后采用沉浸式 VR 创伤急救护理培训系统实施培训,具体如下。

1.2.1 项目开发 组建研究团队,共 8 名,包括 5 名急诊科医护人员(主任医师 1 名,副主任护师 2 名,主管护师 2 名)及 3 名工程技术人员。医护人员负责病例设计及培训,工程技术人员负责 VR 系统技术支持及系统开发和维护。项目组采用 B/S 与 C/S 的混合架构,利用 Maya、3D Max 与 Ciema-4D 等软件及 inside-out 与即时定位与地图构建(Simultaneously Localization and Mapping, SLAM)技术,实现以创伤急救护理标准化为核心的编辑、管理、考核和交流于一体的培训系统,包括教师端、管理端、学员端 3 个端口。①教师端:教师可以通过此端口新建培训任务,配置训练人员、方案和设备,查看训练进度和控制训练进程。②管理端:工程技术人员根据教师提供的案例搭建 VR 环境,创建培训过程中涉及的器械、环境、药物、任务(角色)等三维模型。③学员端:学员进入端口接受培训任务所分配的角色,基于 VR 环境和案例信息与其他学员进行多人在线创伤急救配合。

1.2.2 试运行

1.2.2.1 案例导入 将科室用于培训创伤救治配合的案例导入 VR 培训系统,培训创伤急救人员对流程的掌握及救治配合。以“1 例多发伤患者的救治”为例:急诊科接 120 电话,即将转入 1 例因墙体倒塌致髋部、下肢开放性损伤半小时的 45 岁男性患者。患者目前血压 83/56 mmHg,心率 118 次/min,呼吸 22 次/min,血氧饱和度 0.93。120 已开放 1 条静脉通道,给予鼻导管给氧、留置导尿。案例设置了 L、A、B、C 4 个角色,需 4 名急诊创伤护理人员同时进行创伤配合抢救。

1.2.2.2 培训方法 将 44 名急诊外科护士分成 11 组,每组 4 名成员,注意新老学员搭配。①培训前。

教师登录教师端配置 L、A、B、C 4 个人员,勾选此次培训使用的案例;工程师登录管理端搭建 VR 环境,按照小组下发案例和学习任务,播放创伤急救配合流程视频,学员观看视频讲解后结合案例根据分组在人体模型上进行操作,熟悉创伤急救配合流程。然后系统工程师介绍 VR 创伤急救护理培训系统,讲解并演示头盔及 VR 眼镜、手柄的使用方法。最后学员输入姓名登录学员端,进入培训考核场景。②角色分配。小组讨论分配 L、A、B、C 角色,创伤护士分别选择相应角色的头盔和手柄,戴上头盔就能看见仿真的标准创伤复苏单元场景,创伤复苏单元配备有呼吸机、监护仪等各种仪器设备,生理盐水、平衡液等各种药品,止血带、棉垫、绷带、骨盆带等各种耗材。组长为 L,负责伤情评估、指导协调组员完成急救配合;角色 A 负责气道建立及管理,吸氧、呼吸机调节;角色 B 负责循环建立及管理,用药及心电监测;角色 C 负责辅助肢体固定,传递急救药品物品,控制出血和护理记录。③操作配合。创伤护士根据系统设计案例的语音提示选择相应任务,根据实际创伤团队配合流程运用手柄不同按键进行虚拟物理位置的移动及患者的相关操作,如上心电监护,拿取耗材进行止血、包扎、固定,使用听诊器听诊肺部和腹部,4 人同时协助轴线翻身、用骨盆带为患者进行骨盆固定等。每项操作都有时限要求,倒计时内未完成相应操作或操作错误,系统会做好记录并自动进入下一步操作,不会影响整个流程进行。④总结反馈。从学员进入 VR 场景至整个创伤流程结束,系统工程师和教师都不能中途打断。VR 培训系统导入科室原有的创伤急救配合流程评分标准,根据每步操作的时限及完成度设置相应的扣分细则,系统根据学员实际操作情况进行评分。培训结束后,教师登录教师端查看各组学员创伤急救配合的总体得分及 L、A、B、C 每位学员每个操作步骤的耗时和存在的问题,并给予针对性的指导和点评。

1.2.3 完善改进 试运行后对沉浸式 VR 创伤急救护理培训系统进行完善和改进:①增设练习模式。原系统只设计了考核模式,进入 VR 场景后无论操作是否正确,整个流程不能中断,系统记录存在的问题,最后得出考核分数;而练习模式则是在学员出现错误操作时可暂停流程,提醒正确操作后继续创伤急救配合流程,目的是让学员习得正确的操作技能并熟知整个创伤急救配合流程。②设计缺失模拟训练。如上述案例中,VR 培训系统设置的是 4 个角色同时配合操作,但如果角色缺失,单人、2 人或 3 人也可以选择角色进行练习和考核,学员无需组团即可随时对薄弱环节进行自我训练。当选定相应角色后,其他角色的任务由系统自动补位协助完成训练,且学员能够看到执行过程。

1.3 评价方法 ①创伤急救配合考核成绩。按照科室统一制定的创伤急救配合流程评分标准,包括角色

分工(3 分)、初级评估 ABCDE(48 分)、从头到脚全面评估(31 分)、危重患者转运(5 分)、诊断讨论(3 分)、团队配合(10 分)6 个部分,总分 100 分。②VR 培训系统应用感受。由研究小组讨论确定访谈提纲,抽取不同培训角色的 8 名学员进行访谈了解其应用感受以及意见和建议。访谈提纲为:您对参与沉浸式 VR 创伤急救护理培训的感受和效果如何?有哪些意见和建议? 8 名学员中,女 6 名,男 2 名;副主任护师、主管护师、护师及护士各 2 名。

表 1 系统开发前后创伤急救配合考核成绩比较 分, $\bar{x} \pm s$

时间	组数	角色分工	初步评估	全面评估	患者转运	诊断讨论	团队配合	总分
培训前	11	3.00±0.00	38.18±2.64	18.27±2.41	3.91±1.04	1.73±0.90	8.18±1.66	73.27±4.52
培训后	11	2.91±0.30	43.55±1.63	27.64±1.63	4.82±0.40	3.00±0.00	8.27±0.65	90.18±2.68
<i>t</i>		-1.000	-7.913	-12.835	-3.194	-4.667	-0.191	-26.464
<i>P</i>		0.341	<0.001	<0.001	0.010	<0.001	0.852	<0.001

2.2 访谈结果

2.2.1 培训形式新颖,能加深理解和记忆 所有学员表示,沉浸式 VR 创伤急救护理培训形式新颖,场景逼真,与传统的线下及视频培训相比,体验感和真实感更强,更能吸引学员参与,加深对专业的理解。学员 6:“形式特别新颖,特别能吸引我的注意力,我可能更喜欢用这种方式进行培训,更能够激发对培训的兴趣。”学员 3:“很震撼,实现了一个全 3D 效果,模拟抢救环境、患者状态很真实,给我一种紧迫感,让我能够全身心进入抢救,与其他同事紧密配合很好地完成任务。”学员 5:“加深了我对专业知识理解,比如评估的步骤、各个角色分别做什么,以前靠死记硬背容易忘记和混淆,现在能还原现场,令我印象深刻,很快就记住了。”

2.2.2 节约资源,便于团队配合,提升培训效果 所有学员表示,沉浸式 VR 创伤急救护理培训系统还原了现实抢救环境,无需准备任何仪器设备和耗材,节省人力、物力;且可以反复练习,非常高效。学员 8:“很方便,节省了人力物力,可以反复练习,现实中培训需要很多物资和场地准备以及人力的配合。VR 培训节省了很多的时间和精力,就有更多时间反复练习。”多数学员表示,VR 创伤急救护理培训系统可根据创伤案例设置多角色配合训练,也可单人训练,方式灵活,操作简便,既适合对团队配合的培训,也能让学员针对自身薄弱环节独立学习,查缺补漏,提升学习效果。学员 2:“系统很好地为我梳理了整个创伤急救流程,并且可以体验不同的角色,比如说气道管理,循环管理,包括记录者这样一个角色。每个角色的沉浸式体验,都让我像在真实的环境中完成了一次抢救。”体验者 4:“这个系统可以让我们反复练习团队配合,不断发现问题、改进问题,以便于在实际病例中我们能够 为创伤患者提供最优的抢救。”

2.2.3 希望在触觉感知上更完善 学员表示,沉浸

1.4 统计学方法 采用 SPSS22.0 软件进行统计分析,行配对样本 *t* 检验、单因素分析,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。访谈资料采用 Colaizzi 7 步分析法,仔细阅读和理解访谈资料;归纳和提炼有意义的陈述寻找共同的概念,形成主题;将最终的分析结果返回给访谈对象,求证内容的真实性。

2 结果

2.1 系统开发前后创伤急救配合考核成绩比较 见表 1。

式 VR 创伤急救护理培训系统形式新颖,但在触觉感知上需继续完善。学员 1:“我也发现了不足的地方,比如说我们在进行止血包扎的时候,是需要有一个力度把握的,但在 VR 里,目前更多的是熟悉流程,这种力度把握无法感受,目前还没有一个设备能够进行这方面的操作。”学员 7:“在不同的护理操作当中,创伤急救有很多手法的运用,如果能够真实地感知,我觉得会更好,手柄操作可能使这方面的体验有所削弱。”

3 讨论

3.1 有利于提高急诊护士创伤培训效果 本研究结果表明,培训后护士创伤急救配合能力得分显著高于传统培训模式,与 Rushton 等^[10]研究结果一致。将沉浸式 VR 技术引入医院创伤护理培训,可为学员高度还原创伤救治现场,能使其真实感受到创伤急救的紧迫感,提高抢救环境下的适应能力^[11-14]。区别于传统教学方式,沉浸式 VR 创伤急救护理培训系统形式新颖有趣,通过充分调动视觉、听觉和触觉等感官,激发学员学习兴趣和积极性。通过场景模拟让创伤救治流程具象化,使学员产生沉浸式学习体验,从而帮助其深入理解并快速掌握创伤急救的知识和技能^[15-16]。此外,该系统设置有创伤急救流程评分标准,能准确反馈学员的错误操作并予以针对性建议,进而提高急诊护士创伤教学培训效果。

3.2 有利于提升急诊创伤护士的综合能力 本研究访谈结果显示,沉浸式 VR 创伤急救护理培训形式新颖,场景逼真,与传统的线下及视频培训相比,体验感和真实感更强,更能吸引学员参与,使学员能够在安全无风险的环境中反复进行练习^[17-18],加深了对急救创伤护理知识和技能的理解和掌握,提高了培训效率。同时,能还原现实抢救环境,无需准备任何仪器设备和耗材,与技能实验室相比,VR 需要更少的师资力量和后勤保障资源,不受地点或时间限制,经济成本和

时间成本更低。同时,VR 培训有利于提升急诊护士团队合作能力,急诊创伤患者的救治是一项需要多名医务人员密切配合并协同作战的复杂工作。沉浸式 VR 创伤急救护理培训让参与学员分饰不同角色,共同组成急诊创伤救治团队,每位学员可看到实时同步的虚拟角色形象,并无障碍地进行交流和协同配合,提升其沟通协作能力。

3.3 不足及建议 本研究访谈显示,沉浸式 VR 创伤急救护理培训仍存在不足,如学员在触觉感知上体验不足,即学员无法感受真实皮肤或其他侵入操作的感觉和触觉,同时长时间使用可能产生头晕恶心等不良反应^[19],这些症状可能会影响部分学员充分参与学习场景的能力。未来应继续优化 VR 技术,为学员提供视觉、嗅觉、听觉、触觉等多感官的真实培训体验。此外,为减少头晕恶心等不适症状,可建议学员在体验沉浸式 VR 时调节护目镜至瞳孔间距离、嚼口香糖、避免加速和减速^[20],还可将沉浸式 VR 创伤急救护理培训时间控制在 1 h 以内^[21]。

4 结论

本研究显示,沉浸式 VR 创伤急救护理培训系统能显著提高急诊护士的创伤培训效果,提升其创伤应急能力与团队合作能力,有利于降低培训成本。但本研究教学培训实施时间短、人数少,未来需增加样本量和培训次数,扩大临床实践范围,并不断完善案例和培训师资,提升培训质量。

参考文献

- [1] Pigneri D A, Beldowicz B, Jurkovich G J. Trauma systems: origins, evolution, and current challenges [J]. Surg Clin North Am, 2017, 97(5): 947-959.
- [2] Walter E, Curtis K. The role and impact of the specialist trauma nurse[J]. J Trauma Nurs, 2015, 22(3): 153-169.
- [3] 国家卫生健康委员会. 关于进一步提升创伤救治能力的通知 [EB/OL]. (2018-06-21). [2022-07-02]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s3594q/201807/79daad75e4c746118fb7d0237c7588bd.shtml>.
- [4] Forrester J D, August A, Cai L Z, et al. The golden hour after injury among civilians caught in conflict zones [J]. Disaster Med Public Health Prep, 2019, 13(5-6): 1074-1082.
- [5] Mock C, Owusu-Sekyere L. Strengthening the care of the injured globally: the role of emergency nursing [J]. J Emerg Nurs, 2007, 33(6): 540-544.
- [6] Varga E, Endre E, Kiszó B, et al. Advanced trauma life support (ATLS) in Hungary: the first 10 years [J]. Bull

Emerg Trauma, 2016, 4(1): 48-50.

- [7] 刘湘萍,程晶,李哲英,等. 中国创伤救治培训护理版课程培训实践[J]. 护理学杂志, 2023, 38(7): 67-70.
- [8] 麻盛森,胡宇乐,杨浩杰,等. 虚拟现实技术用于心脏康复患者的系统评价[J]. 护理学杂志, 2023, 38(2): 91-95.
- [9] 王丽娜,来李鑫,李慧林,等. 虚拟现实技术在乳腺癌术后康复训练中的应用进展[J]. 护理学杂志, 2023, 38(6): 15-18.
- [10] Rushton M A, Drumm I A, Campion S P, et al. The use of immersive and virtual reality technologies to enable nursing students to experience scenario-based, basic life support training: exploring the impact on confidence and skills [J]. Comput Inform Nurs, 2020, 38(6): 281-293.
- [11] 王佳,许珂,程晓彤,等. 虚拟现实技术在军事心理训练中的研究与展望[J]. 军事医学, 2019, 43(9): 699-703.
- [12] Jiang H, Vimalasvaran S, Wang J K, et al. Virtual reality in medical students' education: scoping review [J]. JMIR Med Educ, 2022, 8(1): e34860.
- [13] Colonna A L, Robbins R, Stefanucci J, et al. Trauma bay virtual reality: a game changer for ATLS instruction and assessment [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2022, 93(3): 353-359.
- [14] 王进有,庾舟廷,汪鑫,等. 智慧教学联合虚拟现实技术在泌尿外科临床教学中的应用[J]. 中国病案, 2023, 24(1): 70-72.
- [15] 陈雄辉,凌伟华,石翠翠. 高仿真严重创伤救治演练在急诊创伤临床教学中的作用[J]. 中国医药科学, 2019, 9(19): 69-71.
- [16] 蔡卜磊,张于凡,杨璐颖,等. 现代战争背景下 VR 颌面创伤急救培训系统的开发与运用[J]. 空军军医大学学报, 2023, 44(9): 834-838, 843.
- [17] Shorey S, Ng E D. The use of virtual reality simulation among nursing students and registered nurses: a systematic review [J]. Nurse Educ Today, 2021, 98(2): 104662.
- [18] Thomas S. Virtual reality: the next step in nursing education? [J]. Br J Nurs, 2022, 31(14): 756-757.
- [19] Smith S J, Farra S L, Ulrich D L, et al. Effectiveness of two varying levels of virtual reality simulation [J]. Nurs Educ Perspect, 2018, 39(6): E10-E15.
- [20] Stanney K, Fidopiastis C, Foster L. Virtual reality is sexist: but it does not have to be [J]. Front Robot AI, 2020, 7: 4-22.
- [21] Holla M, Berg M V D. Virtual reality techniques for trauma education [J]. Injury, 2022, 53(3): S64-S68.

(本文编辑 丁迎春)